Über die Lebensdauer sclerotisierter Zellen

Von

Hermine Puchinger

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

Nr. 170 der zweiten Folge

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 26. Jänner 1922)

Einleitung.

Wie lange sclerotisierte Zellen nach ihrer vollkommenen Ausbildung noch aktives Leben zeigen, — Kern und Protoplasma enthalten — war bisher nicht Gegenstand spezieller Beobachtung. Um die Entstehung und Lebensdauer dieser Zellen zu bestimmen, stellte ich bei Sclereiden verschiedener Art Untersuchungen an.

Die bisherige Literatur befaßt sich der Hauptsache nach mit der physiologischen Bedeutung der Sclereiden. Haberlandt[1] und Strasburger[2] sprechen nur im allgemeinen über das Entstehen sclerotisierter Idioblasten durch nachträgliche Sclerose von Parenchymzellen, den Bau der sclerotisierten Zellwand und die Funktion des Sclerenchyms im pflanzlichen Organismus. Tschirch[3] betont die Morphologie der Sclereiden und die diagnostische Bedeutung ihrer Gestalt; als Inhalt nimmt er ein zartes Plasmahäutchen, Zellsaft oder Luft an. Das Vorkommen eines Zellkernes wird hier nicht erwähnt.

Treub[4] beobachtete im Marke des Stammes von *Ochrosia coccinea* langgestreckte Zellen, deren Wände eine bedeutende Ver-

---

1 Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1896, p. 141.

2 Strasburger, E., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena 1905, p. 64, 151.

3 Tschirch, A., Angewandte Pflanzenanatomie. 1. Bd., Wien—Leipzig 1889, p. 300.

4 Treub, M., Sur des cellules végétales a plusieurs noyaux. 1879. Extrait des Archives Neerlandaises. T. XV.

dickung erfahren; sie enthalten in jugendlichem Zustand zumeist mehrere Kerne; nach erfolgter Wandverdickung ließen sich die Zellkerne jedoch nicht mehr unterscheiden. Nur bei Bastfasern wurde die Erhaltung von Plasma und Kern beobachtet und im Baste älterer Pflanzen auch häufig das Auftreten mehrerer, ja zahlreicher Kerne festgestellt, so bei *Urtica urens*[1] und *Begonia rex.*[2] Letztere zeigt in Bastfasern, welche die Gefäßbündel älterer Blätter begleiten, durch Regeneration entstandene Teilzellen mit kleinen Kernen. Allgemein wurde das Sclerenchym, ob es nun in Gruppen oder als einzelne Idioblasten auftritt, nur als spezifisch mechanisches Gewebe behandelt; Wachstum und Ausbildung der sclerotisierten Zellen wurde nur insoweit berücksichtigt, als diese ihren Ausdruck in der Konstruktion der Zellwand fanden. Ein Hauptgrund für diese einseitige Beobachtung mag auch darin liegen, daß sclerotisierte Gewebe hauptsächlich in Rinde und Samenschale auftreten, die meist vom Standpunkt der Pharmakognosie und Rindenanatomie aus untersucht werden; größtes Gewicht wurde daher auf die Chemie des Zellinhaltes und der gespeicherten Reservestoffe gelegt.

Methodik.

Einen Protoplasten konnte ich häufig weder durch Plasmolyse noch Tinktion feststellen, auch wenn ein vollkommen erhaltener Kern in der Zelle vorhanden war. Plasmolysierungsversuche versagten stets bei Sclereiden mit sehr zahlreichen und langen Porenkanälen, während bei Zellen mit wenigen Poren auch trotz starker Wandverdickung noch Plasmolyse eintrat. Bei einigen Objekten mag auch die Veränderlichkeit der Permeabilität während der verschiedenen Jahreszeiten Ursache des Unterbleibens einer Kontraktion gewesen sein.[3] Den Protoplasten durch Färbung festzustellen gelang nur in einem einzigen Fall, wo eben der Plasmabelag noch in solcher Stärke vorhanden war, daß seine Konturen nicht vollkommen mit denjenigen der Zellwand zusammenfielen. Da sich die verholzte Zellwand meist stärker färbte als das anliegende Plasma, bot diese Methode überhaupt wenig Aussicht auf Erfolg und ich mußte mich in den meisten Fällen auf die Färbung des Kernes beschränken.

Hierzu nahm ich Färbungen mit Neutralrot, Methylgrünessigsäure und Methylenblau vor; da die beiden letzteren Farbstoffe das Holz so stark tingierten, daß eine distinkte Färbung des Kernes unmöglich wurde, wandte ich sie nur in seltenen Fällen an. Bessere Ergebnisse brachte das Einlegen der Schnitte in Kaliumbichromat und Nachbehandlung derselben mit 2 $^0/_0$ Salzsäure. Der Kern hob sich bei dieser Methode durch Quellung seiner Wand scharf vom umgebenden Zellinhalt ab. Ebenso ließ sich auch Nilblau in günstiger Weise verwenden, da es die verholzten Zellwände fast nicht färbte. Den gleichen Vorteil bot die Anwendung von Hämatoxylin; diese Färbung erfolgte: 1. nach Beizung mit Eisenalaun, 2. mit Hämateïn-Ammoniak, 3. durch Einlegen der Präparate in eine Lösung von Hämatoxylin in Phenol.

---

[1] Kallen, F, Verhalten des Protoplasmas in den Geweben von *Urtica urens*. Flora 65. Jahrg., Nr. 6. — Treub, M., l. c., p. 16.

[2] Haberlandt, G., Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beiträge zur allgemeinen Botanik. II. Bd., 1921, Heft 1, p. 44.

[3] Fitting, H., Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. 56. Bd., 1915, p. 16.

Bei den sehr stark verdickten Sclereiden, die in größeren Verbänden auftreten, — z. B. bei Birne und in Samenschalen, — war die letzte Methode sehr günstig, da das Phenol die Zellwände stark aufhellte und dadurch die Präparate viel klarer und übersichtlicher wurden.

Versuchsweise legte ich auch Schnitte von Hoya in 3% Silbernitratlösung[1] und erreichte eine dunkelbraune bis schwarze Färbung des Kernes, die allerdings durch baldige Schwärzung der Zellwand und des übrigen Zellinhaltes verschwand.

Bei *Podocarpus* ließ sich durch Behandlung mit Kupferoxyd-Ammoniak eine blaugrüne Färbung des Zellkernes hervorrufen, während Zersetzung des plasmatischen Inhaltes eintrat.

Färbungen mit Jod erwiesen sich nicht als stichhaltig, da sich die gesamte Oberfläche der Zellwand und des Zellinhaltes vollkommen mit Jod infiltrierte.

Eigene Untersuchungen.

Untersuchungen stellte ich bei folgenden Pflanzen an:

Podocarpeae	*Podocarpus* sp.
Staticeae	*Statice articulata*
	» *brassicifolia*
Theaceae	*Thea japonica*
Araucarieae	*Agathis Dammara*
Tamaricaceae	*Tamarix tetrandra*
Viburneae	*Viburnum lantana*
	» *prunifolium*
Cornoideae	*Cornus mas*
Rosaceae	*Rosa agrestis*
	Pirus communis
	Prunus armeniaca
	» *cerasus*
Cynanchoideae.....	*Hoya crassifolia*
Grevilleeae	*Hakea suaveolens*
Araceae	*Scindapsus pictus*
	Monstera deliciosa (Philodendron).

Diese Pflanzen enthielten alle Formen der Sclereiden, von den noch isodiametrischen, welche die ursprüngliche, parenchymatische Form fast ganz beibehielten, bis zu den geradezu grotesk verzweigten Idioblasten in *Thea, Statice, Agathis* und den bereits zu den Fasern überführenden, H-förmigen Zellen von *Scindapsus* und *Monstera*. Es sind auch die physiologisch den verschiedensten Zwecken dienenden Formen vertreten.

[1] Molisch, H., Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. Wien 1918.

Ich trachtete die Versuche auf eine möglichst weite Entwicklungsdauer der betreffenden Zelle auszudehnen, um einerseits auf die ursprüngliche Form der Sclereiden zu stoßen, andererseits das Wachstum zu verfolgen. Bei immergrünen Pflanzen stellte ich die Beobachtungen an mehrjährigen Blättern an; in Stämmen verfolgte ich die Entwicklung der Sclereiden vom Vegetationspunkt abwärts.

Spezielles.

Podocarpeae. Podocarpus sp. Stamm.

Bei *Podocarpus* treten die Sclereiden einzeln im Marke des Stammes auf. Sie behalten im allgemeinen ihre parenchymatische Gestalt bei, zeigen aber — namentlich in den ersten Stadien der Verholzung — stärkeres Längenwachstum als die umgebenden Parenchymzellen. Zur Untersuchung gelangten ein- bis vierjährige Stämme. Die Wandverdickung in den zu Idioblasten sich entwickelnden Zellen beginnt schon in sehr geringem Abstand von der Vegetationsspitze. Die sclerotisierten Zellwände zeigen sehr deutliche Schichtung und zahlreiche Porenkanälchen und erreichen in älteren Internodien eine ganz außerordentliche Stärke. In den Sclereiden eines einjährigen Sprosses ließen sich in den meisten Fällen ovale, linsenförmige Kerne feststellen. Die Färbungen erfolgten mit Kaliumbichromat, Neutralrot und Hämatoxylin. In den älteren Internodien waren zwar noch vollkommen intakte Zellkerne, ebenso granuliertes Plasma vorhanden, doch blieben Versuche mit Kaliumnitrat und zehnprozentiger Salzsäure Plasmolyse hervorzurufen, ergebnislos. Zellkerne ließen sich bei *Podocarpus* noch in vierjährigen Stämmen feststellen. Plasmolyse gelang auch in einjährigem Sproß nicht.

Theaceae. Thea japonica. Blatt.

Hier finden sich Sclereiden im Blatt, hauptsächlich den Hauptnerv begleitend. Sie sind auf Parenchymzellen zurückzuführen, die förmliche Seitenäste in die Inter-



Fig. 1.

Thea japonica, Sclereide in dreijährigem Blatt (nach Behandlung mit Kaliumbichromat).

zellularräume des Schwammparenchyms treiben und auf diese Weise die auffallende, geweihartige Form erlangen. Verholzung und Dickenwachstum der Zellwände gehen

sehr rasch vor sich. Kerntinktionen erfolgten mit Methylgrün, Jodwasser und Kaliumbichromat. Der Zellkern ist linsenförmig und enthält zumeist zwei Nucleolen. In allen Sclereiden waren, hauptsächlich in den Seitenästen, Anhäufungen von feinkörnigem Plasma vorhanden. Plasmahäutchen und Plasmodesmen ließen sich dagegen nicht feststellen.

Zellkerne wurden in ein- bis dreijährigen Blättern nachgewiesen.

Araucarieae. Agathis Dammara. Blatt.

Auch bei *Agathis* zeigen die Sclereiden stern- und geweihartige Form. Vornehmlich treten sie im mittleren Teil der Blattspreite auf. Das Vorhandensein von Zellkern und Protoplasten konnte auch in ganz jungen Blättern nicht nachgewiesen werden; nur Reste des Plasmabelages ließen sich in einigen Sclereiden feststellen. Die bei diesem Objekt ebenfalls stark verholzten Schließzellen enthielten hingegen durchwegs Kerne von normaler Größe.

Tamaricaceae. Tamarix tetrandra. Stamm.

Im Bast und Mark von *Tamarix* liegen Sclereiden in Nestern oder auch einzeln eingelagert. Sie unterscheiden sich im allgemeinen vom umgebenden Parenchym nur durch ihre sclerotisierten, sehr porösen Wände. Da die Zellwand sich mäßig verdickt, bleiben die Porenkanälchen relativ kurz und ließ sich noch im zweijährigen Stamm Kontraktion des Protoplasten hervorrufen. Der Zellkern wurde durch Zusatz von Methylenblau zu gesättigter Salpeterlösung bei gleichzeitiger Plasmolyse gefärbt. Er ist ziemlich klein, eiförmig und enthält einen unscheinbaren Nucleolus.

Kernfärbung und Plasmolyse gelangen nur in ein- und zweijährigem Stamm.

Staticeae.

Von *Statice*-Arten standen mir für die Untersuchung nur *Statice articulata* und *St. brassicifolia* zur Verfügung. Letztere mußte hier ausgeschaltet werden, da sie zwar einen außergewöhnlichen Reichtum an Sclerenchymfasern in den Gurtungen der Gefäßbündel aufwies, sclerotisierte Idioblasten in der Pflanze aber nicht vorkamen.

Statice articulata. Blatt.

Bei *Statice articulata* traten die Sclereiden, stern- und geweihartig verzweigt, hauptsächlich in Blattspitze und Blattgrund auf. Im übrigen wird die Blattspreite nur durch eine stark verdickte Epidermis versteift.

Mit Methylgrün tingierte Sclereiden zeigten reichlich plasmatischen Inhalt und spindelförmige Kerne von auffallender Größe. Die Schnitte entstammten teilweise bereits absterbenden Blättern; also stirbt hier offenbar die Steinzelle gleichzeitig mit dem umgebenden Parenchym oder wenigstens nur kurze Zeit vorher ab. Die Lebensdauer der Sclereiden deckt sich daher mit einer Vegetationsperiode der Pflanze.

Viburneae. Viburnum lantana. Stamm und Frucht.

Viburnum lantana bot im Bastparenchym des Stammes und in der völlig verholzten Samenschale ein sehr günstiges Versuchsobjekt. Im Stamme erfahren die Zellen in vielen Fällen mit eintretender Verholzung eine Streckung über fast zwei Zellschichten. Die Verdickung der Zellwand schreitet stellenweise, namentlich in Sclereiden älterer Stammteile, fast bis zum vollkommenen Schwinden des Lumens vor.

Die Zellwände sind von zahlreichen Porenkanälen durchzogen. Darauf ist vermutlich das Fehlschlagen aller Plasmolysierungsversuche zurückzuführen.

Die Zellkerne ließen sich durch Behandlung mit Hämateïn-Ammoniak feststellen. Bei Präparaten aus einem zweijährigen Zweig versuchte ich kurzes Einlegen des Materials in 3% Silbernitrat. Der Kern färbte sich auf diese Weise schwarzbraun, verlor aber infolge der nach und nach allgemeinen Schwärzung des Zellinhaltes sein auffallendes Aussehen. Die Zellkerne sind fast kugelig, mit stark körniger Struktur.

Die Samenschale wird bei *Viburnum* durch mehrere Schichten außerordentlich stark verdickter Sclereiden gebildet. Die dem Exocarp anliegenden Zellen behalten dauernd ein bedeutend größeres Lumen als die innerste, den Samen umgebende Zellschichte, deren Längsrichtung außerdem entgegengesetzt zur Richtung der übrigen Sclereiden läuft. Die Zellkerne sind auch in den englumigen Sclereiden erhalten. Sie zeigen stark schwammige Struktur und sind mit Rücksicht auf das enge Lumen mancher Zellen auffallend groß. Durch Einlegen der Schnitte in Phenol und Zusatz von Hämatoxylinkristallen oder Tinktion mit Hämateïn-Ammoniak färbten sich die Zellkerne blauviolett; das Plasma nahm eine bläuliche Färbung an.

Die Idioblasten des Stammes enthielten noch im zweijährigen Material einen intakten Zellkern. Die Sclereiden des Endocarps wiesen nur bis zur vollkommenen Ausbildung des Samens, also in etwa ein bis zwei Monate alten Früchten, Kern und Plasma auf.

Viburnum prunifolium. Stamm.

Viburnum prunifolium zeigt sclerotisierte Zellen im Mark. Und zwar ergreift die Sclerose in älteren Teilen des Stammes ziemlich weite Strecken. Die Verholzung beginnt sehr früh und betrifft gruppenweise zwei bis drei Nachbarzellen gleichzeitig. Die später verholzenden Zellen zeichnen sich schon in jüngeren Stadien durch große, aber keineswegs zahlreiche Poren aus. Besonders rasch geht die Wandverdickung in den Nodien vor sich. An diesen Stellen wird auch die sonst regelmäßige Gestalt der Zellen entsprechend der Richtung der Seitentriebe verzerrt.

Plasmolyse mit Kaliumnitrat gelang bei Präparaten aus ein- und zweijährigen Stämmen. Die Kernfärbung erfolgte mit Hämatoxylin in Phenol; die Zellkerne sind rund bis spindelförmig, leicht abgeflacht und enthalten ein oder zwei Nucleolen. Das Vorhandensein von Plasma und Zellkern ließ sich in den Sclereiden von *Viburnum prunifolium* nur in ein- und zweijährigen Internodien feststellen.

Cornoideae. Cornus mas. Frucht.

Hier besteht im Gegensatz zu *Prunus cerasus* und *Pr. armeniaca*, das Endocarp aus langgestreckten, trotz der starken Wandverdickung, großlumigen Zellen. Die Streckung der Sclereiden erfolgt, wie bei *Viburnum*, nach verschiedenen Richtungen. Längs der den Samen einschließenden Höhlung nehmen die Zellen fast faserartige Gestalt an. Die übrigen Sclereiden des Pericarps weisen durchschnittlich eine Wanddicke von 1 μ auf. Sie enthalten ziemlich viel plasmatische Massen, die sich bei Tinktion mit Hämatoxylin blau färben. Die Zellkerne sind in den meisten Zellen erhalten, haben spindelförmige Gestalt und führen ein mitunter zwei Kernkörperchen. Der Versuch, Plasmolyse in diesen Sclereiden hervorzurufen, blieb ergebnislos. Zellkerne und Anhäufungen von körnigem Plasma fanden sich, auch noch nach Ausbildung des Samens, in zwei bis zweieinhalb Monate alten Früchten.

Rosaceae. Rosa agrestis. Stamm.

Bei *Rosa* treten im Marke sclerotisierte Zellen einzeln und in Nestern auf. Die Verholzung beginnt schon in den jüngsten Stammteilen; die Wandverdickung nimmt jedoch nur während der ersten Vegetationsperiode zu. Das Lumen der Zellen

bleibt daher zeitlebens ziemlich groß. Trotz der zahlreichen Porenkanäle ließ sich bei einjährigem Material mit Kaliumnitrat sehr rasch Plasmolyse erzielen. Bei Zusatz von stark verdünntem Methylenblau färbte sich der kontrahierte Protoplast schwach blaugrün, der Kern blau; Färbungen mit Hämatoxylin ergaben nur eine schwache Blaufärbung des Kernes; der Zellkern ist linsenförmig und enthält ein sehr stark lichtbrechendes Kernkörperchen. Das Vorhandensein des Kernes ließ sich noch im zweijährigen Stamm nachweisen.

Pirus communis. Frucht.

Die sclerotisierten Zellen im Parenchym der Birne waren kein sehr günstiges Versuchsobjekt, da sich die Zellwände sehr rasch verdicken und das Lumen bald fast vollkommen schwindet. Zur Untersuchung gelangten Holzbirnen, Edelobst und zwischenliegende Formen. Der Grad der Wandverdickung war zwar bei all diesen gleich, doch konnten Zellkerne in den Sclereiden der Holzbirnen bedeutend häufiger und auch noch in älteren Zellen nachgewiesen werden. Hauptsächlich fanden sich Kerne in einzeln ins Parenchym vorgeschobenen Idioblasten und in den Randzellen der Sclereidennester. Deutlicher Plasmabelag und offenbare Zerfallsprodukte von Zellkernen waren sehr häufig vorhanden. Vollkommen erhaltene Kerne traf man noch in Zellen, deren Wanddicke bis 1·3 μ betrug; daß Plasmolyse in diesen Sclereiden nicht gelang, ist jedenfalls auf die zahlreichen langen und stark verzweigten Porenkanälchen zurückzuführen. Die betreffenden Versuche wurden mit gesättigter Lösung von Kaliumnitrat und 50% Kalilauge vorgenommen. Die Untersuchungen erfolgten bei ein- bis eineinhalb Monate alten Früchten.



Pirus communis, Steinzelle im Fruchtfleisch einer eineinhalb Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Prunus armeniaca. Frucht.

Hier erstreckte ich die Versuche auf etwa eineinhalb bis zwei Monate alte Früchte. Bis zu diesem Zeitpunkt waren Kerne in den Zellen des Endocarps allgemein nachzuweisen. Sobald der Samen seiner endgültigen Ausbildung entgegengeht, stirbt das verholzte Endocarp langsam ab Die längste Lebensdauer besitzen die an die Chalaza angrenzenden Zellgruppen. Verholzung und Dickenwachstum der Wand beginnen in den äußersten und innersten Zellschichten des Endocarps, während die dazwischenliegenden Schichten noch parenchymatischen Charakter beibehalten. Gruppen von Sclereiden treten allerdings auch in letzteren inselartig, wie im Fruchtfleisch der Birne, auf. Beobachtungen an jüngerem und älterem Material ergaben, daß auch nach Vollendung des Dickenwachstums der Zellwände der Kern unverändert erhalten bleibt. Die Wand der Sclereiden ist sehr porös, ihre Stärke schwankt zwischen 0·5 und 0·9 μ. Die Kernfärbung erfolgte mit Hämatoxylin. Der Zellkern ist linsenförmig, besitzt einen Durchmesser von 0·6 μ und zeigt eine grobkörnige Struktur. Ein Plasmahäutchen ließ sich weder durch Färbung noch Plasmolyse feststellen. Vermutlich war es bereits in Auflösung begriffen; denn Anhäufungen von granuliertem Plasma fanden sich noch in zahlreichen Zellen.

Prunus cerasus. Frucht.

Im Endocarp der Kirsche erreichen die Steinzellen nach etwa eineinhalb Monaten ihre endgültige Gestalt. Sie sind bereits ihrer ursprünglichen Anlage nach bedeutend kleiner als die Sclereiden im Endocarp der Aprikose. Auch hier schreitet

die Verholzung und Verdickung der Zellwände von den äußeren Schichten nach dem Inneren der Samenschale vor. Die Zellen des Endocarps führen nur so lange Kern und Plasma, als der Samen in Bildung begriffen ist. Geht dieser seiner Vollendung entgegen, sterben die Sclereiden der Samenschale ab. Bei Färbung mit Hämatoxylin in Phenol färbt sich der Kern lichtblau, der Nucleolus schwärzlich. Plasmolyse gelang bei diesem Objekt nur in den jüngeren Stadien der Steinzellen. Am längsten erhalten bleiben auch hier Zellpartien in der Umgebung der Chalaza. Dort finden sich noch bei zwei Monate alten Früchten Zellen, die einen vollkommen intakten Kern mit klar hervortretendem Nucleolus enthalten.

Araceae. Scindapsus pictus. Blatt.

Verdickung der Membran erfolgt hier bei faserartigen Zellen im Blatt. Sehr häufig anastomosieren diese untereinander und nehmen dadurch eine H-förmige Gestalt an. In Stamm und Luftwurzel von *Scindapsus* fanden sich keine sclerotisierten Idioblasten.

Die Fasern erreichen eine Länge von mehreren Millimetern; die Verdickung ihrer Zellwände geht so weit, daß das Lumen stellenweise nur auf einen zarten Kanal reduziert, oder sogar vollkommen geschlossen wird. Wenn das Lumen der Zellen auf längere Strecken in normaler Weise erhalten bleibt, bilden sich sehr feine Querwände aus, durch die die Faser in mehrere Teilzellen zerlegt wird. Diese Teilzellen enthalten meist jede einen Kern von normaler Größe. Analoge Vorgänge wurden von Haberlandt[1] bei *Begonia rex* konstatiert und auf Regeneration der Zellen zurückgeführt. Auch bei *Scindapsus* ist die sekundäre Zellteilung nur auf ältere Fasern beschränkt. Die Bildung der Sclereiden setzt im mittleren und untersten Teil der Blattspreite ein. Hier trifft man daher auf die meisten Fasern, welche Zellteilung zeigen. In den Sclereiden ließ sich fast durchwegs ein Plasmahäutchen feststellen; bei den jüngeren Fasern wurde die Plasmolyse mit 20% Kaliumnitrat, in den älteren Sclereiden mit konzentriertem Glyzerin vorgenommen. Der Kern ist oval und enthält einen auffallend lichtbrechenden und großen Nucleolus. Durch Zusatz von Neutralrot ließ sich der Kern bei gleichzeitiger Plasmolyse gut färben. Bei fixiertem Material erfolgte die Kernfärbung mit Hämatoxylin.

Monstera deliciosa (Philodendron). Luftwurzel.

In der primären Rinde der Luftwurzel von *Monstera deliciosa* treten zahllose, faserförmige Idioblasten auf. Diese zeigen einen eigentümlichen, etwa in der Mediane der Zelle entspringenden, schlauchartigen Fortsatz, der sich zwischen die benachbarten Zellen einschiebt und auf diese Weise die Faser im Parenchym verankert. Es läge auch die Vermutung nahe, daß diese Zellfortsätze ebenso, wie bei *Scindapsus*, den Zweck haben, eine Verbindung zwischen zwei Sclereiden herzustellen; doch wurden derartige H-förmige Zellen hier nicht gefunden. Die Entwicklung der Sclereiden beobachtete ich von der Wurzelspitze aufwärts; sie sind auf parenchymatische Zellen zurückzuführen, deren Querwände wie bei jungen Bastzellen dachförmig abgeschrägt sind. Später schieben sie sich durch gleitendes Wachstum zwischen die angrenzenden Parenchymzellen ein. In diesen jungen Zellen sind die Kerne leicht ohne Färbung zu beobachten. Die stark verdickten Fasern enthalten aber in den meisten Fällen nur mehr körnige Plasmamassen. Da die Sclereiden bereits in sehr jungen, etwa drei Wochen alten Teilen der Wurzel ihre vollkommene Ausbildung erfahren, ließen sich nur in noch geringem Abstand von der Wurzelspitze Zellkerne in den Fasern feststellen; sie sind ebenso, wie die Kerne des Parenchyms, linsenförmig und enthalten einen sehr großen, stark lichtbrechenden Nucleolus. Mit Hämatoxylin tingierten sich in älteren Sclereiden auch Zerfallsprodukte in Auflösung begriffener Kerne. Plasmolyse wurde mit 20% Kaliumnitrat und 50% Kalilauge versucht; meine Bemühungen in dieser Richtung blieben aber auch bei noch fast unverdickten Fasern ergebnislos.

---

[1] Haberlandt, G., l. c., p. 44.

Cynanchoideae. Hoya crassifolia. Stamm.

Sclerotisierung einzelner Zellen und größerer Zellgruppen erfolgt hier hauptsächlich im Mark des Stammes. Zahlreiche Idioblasten finden sich auch in der Trennungsschichte von Stamm und Blattstiel; nur vereinzelt treten sie im unteren Teil des letzteren auf. Diese Idioblasten verdicken die Zellwände nur mäßig; infolge der hierdurch größeren Permeabilität der Wände gelang mit 20 % Kaliumnitrat schon nach sehr kurzer Einwirkung Plasmolyse. Die Zellkerne wurden in diesen Sclereiden durch Tinktion mit Nilblau nachgewiesen. Ebenso hoben sich die Kerne bei kurzem Einlegen der Schnitte in verdünnte Salzsäure (2 %) scharf von ihrer Umgebung ab.

Im Mark des Stammes bilden die Sclereiden größere Verbände. Das Dickenwachstum ihrer Zellwände ist bedeutend stärker; schon im letztjährigen Internodium beträgt der Durchmesser der Wand durchschnittlich 1·2 μ und nimmt in einjährigen Sproßteilen bis 1·4 μ zu. In Steinzellen des jüngsten Internodiums ließ sich mit 20 % Kaliumnitrat Plasmolyse hervorrufen; ebenso gelang diese nach halbstündiger Einwirkung der Lösung bei Schnitten aus älteren Stämmen. Hingegen blieben Versuche, die Zellen durch Einlegen in konzentriertes Glyzerin oder 10 % Salzsäure zu plasmolysieren, erfolglos.

Kernfärbungen gelangen in zweijährigen Internodien, wie in jüngeren; sie erfolgten mit Hämatoxylin, Neutralrot und 3 % Silbernitrat.

Grevilleeae. Hakea suaveolens. Blatt.

Im Parenchym der walzenförmigen Blätter treten bei *Hakea* langgestreckte, knochenförmige Sclereiden in großer Zahl auf. Sie entstehen durch nachträgliche Sclerose von Parenchymzellen, deren Längenwachstum weit rascher vor sich geht, als das der umgebenden Zellen. Gewöhnlich erstrecken sich die Sclereiden über zwei Schichten des Parenchyms. Die Zellwand erreicht bereits im ersten Jahre ihre endgültige Ausbildung. Das Lumen der Zellen ist von konstanter Größe. Poren sind nur in sehr geringer Zahl vorhanden. Trotzdem hatten auch in den Sclereiden einjähriger Blätter Plasmolysierungsversuche mit konzentrierter Salpeterlösung keinen Erfolg. Als Zellinhalt tritt meisten feinkörniges Plasma auf.

Die Zellkerne in den Idioblasten sind ebenso, wie diejenigen des umgebenden Parenchyms, sehr klein und zeigen einen stark lichtbrechenden Nucleolus. Die Kernfärbung erfolgte mit Kaliumbichromat oder Methylenblau; sie gelang noch in fünfjährigen Blättern.

Zusammenfassung.

Ziel der Untersuchungen war, nachzuweisen, ob sclerotisierte Idioblasten in ausgewachsenen Organen noch Kern und Plasma führen.

Die Versuche ergaben, daß die Ansicht, die Sclerose der Zellwand bedeute den Beginn des Absterbens der Zelle, im allgemeinen nicht berechtigt ist.

Wenn sich auch häufig in älteren Sclereiden oder in solchen mit stärker verdickter Zellwand keine Plasmolyse hervorrufen ließ, schließt dies doch nicht aus, daß das Plasmahäutchen noch in sehr reduziertem Zustand vorhanden war, aber durch die schmalen, verzweigten Porenkanälchen derart verankert und befestigt war,

daß eine Kontraktion unmöglich wurde, zumal da sich Zellkerne ja häufig in Sclereiden feststellen ließen, in denen Plasmolyse nicht eintrat.

Bei den untersuchten Idioblasten, welche in Blättern auftreten, ließ sich mit einer einzigen Ausnahme beobachten, daß die Lebensdauer der Sclereiden entweder der des Parenchyms entspricht oder nur um geringe Zeitdauer kürzer ist.

Sclerotisierte Zellen in Stämmen führten bis zur vierten Vegetationsperiode noch Zellkern und Protoplasma.

In den faserartigen Sclereiden von *Monstera deliciosa* ließ sich hingegen das Vorhandensein des Kernes und plasmatischer Substanzen nur in den jüngsten Stadien der Zellen beobachten; in manchen Fällen wurde allerdings auch in älteren Fasern ein intakter Zellkern festgestellt, wenn das Lumen der Sclereiden seine frühere Ausdehnung ziemlich beibehalten hatte.

Sclereiden, welche Samenschalen aufbauen, zeigen Kern und plasmatischen Inhalt nur während der Entwicklungsdauer des Samens. Mit seiner Ausbildung stirbt das Endocarp ab, da es jetzt nur mehr den Zweck zu erfüllen hat, den Keim gegen mechanische Einflüsse zu schützen.

Diese Beobachtungen sprechen dafür, daß sclerotisierte Zellen in Organen, welche in aktiver Lebenstätigkeit stehen, nicht vorzeitig, nach Ausbildung der Wandverdickung absterben; die maximale Lebensdauer der Sclereiden schwankt bei den untersuchten Pflanzen: in Stämmen zwischen zwei und vier, in Laubblättern zwischen ein und fünf Jahren, in Samenschalen zwischen ein und zweieinhalb Monaten.

Für die Anregung zu dieser Arbeit und die stete Führung sage ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Dr. H. Molisch meinen herzlichsten Dank; desgleichen danke ich Herrn Assistenten Dr. Gustav Klein für seine freundliche Unterstützung.

Figurenerklärung.

Vergrößerung 540.

Fig. 1. *Podocarpus* sp., Sclereide in einjährigem Internodium (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Fig. 2. *Cornus mas*, Sclereiden des Endocarps einer zweieinhalb Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Phenol und Hämatoxylin).

Fig. 3. *Prunus armeniaca*, Sclereiden im Endocarp einer ein Monat alten Frucht (nach Färbung mit Hämatoxylin).

Fig. 4. *Rosa agrestis*, Plasmolyse in Sclereiden eines zweijährigen Stammes (nach Behandlung mit konzentriertem Kaliumnitrat).

Fig. 5. *Scindapsus pictus*, Plasmolyse in einer Faser des Blattes (nach Behandlung mit konzentriertem Glyzerin).

Fig. 6. *Hakea suaveolens*, Sclereide eines fünfjährigen Blattes (nach Färbung mit Kaliumbichromat).

Fig. 7. *Prunus cerasus*, Steinzellen im Endocarp einer zwei Monate alten Frucht (nach Behandlung mit Hämatoxylin).

Fig. 8. *Monstera deliciosa*, Faser der Luftwurzel (nach Behandlung mit Phenol und Hämatoxylin).

Puchinger H.: Lebensdauer sclerotisierter Zellen.

